

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
9. Oktober 2003 (09.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/083291 A1**

- |  |                                |  |
|--|--------------------------------|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :  | <b>F03B 13/10,</b>             | (72) Erfinder; und   |
| 13/08  |                                | (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>KIENBERGER,<br/>Volker [AT/AT]; Waldeggstrasse 106, A-4020 Linz (AT).<br/>PANHOLZER, Heinrich [AT/AT]; Parzerweg 69, A-4203<br/>Altenberg (AT).</b>  |
| (21) Internationales Aktenzeichen:   | PCT/EP03/02596                 | (74) Anwalt: <b>VA TECH PATENTE GMBH &amp; CO; Penzinger<br/>Strasse 76, A-1141 Wien (AT).</b>   |
| (22) Internationales Anmelddatum:  | 13. März 2003 (13.03.2003)     | (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,<br>AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,<br>CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,<br>GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,<br>KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,<br>MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO,<br>RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,<br>UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW. |
| (25) Einreichungssprache:  | Deutsch                        |  |
| (26) Veröffentlichungssprache:   | Deutsch                        |  |
| (30) Angaben zur Priorität:  |                                |  |
| A 492/2002   | 28. März 2002 (28.03.2002) AT  |  |
| A 590/2002   | 17. April 2002 (17.04.2002) AT |  |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von<br>US): VA TECH HYDRO GMBH & CO. [AT/AT]; Pen-<br>zinger Strasse 76, A-1141 Wien (AT). |                                |  |

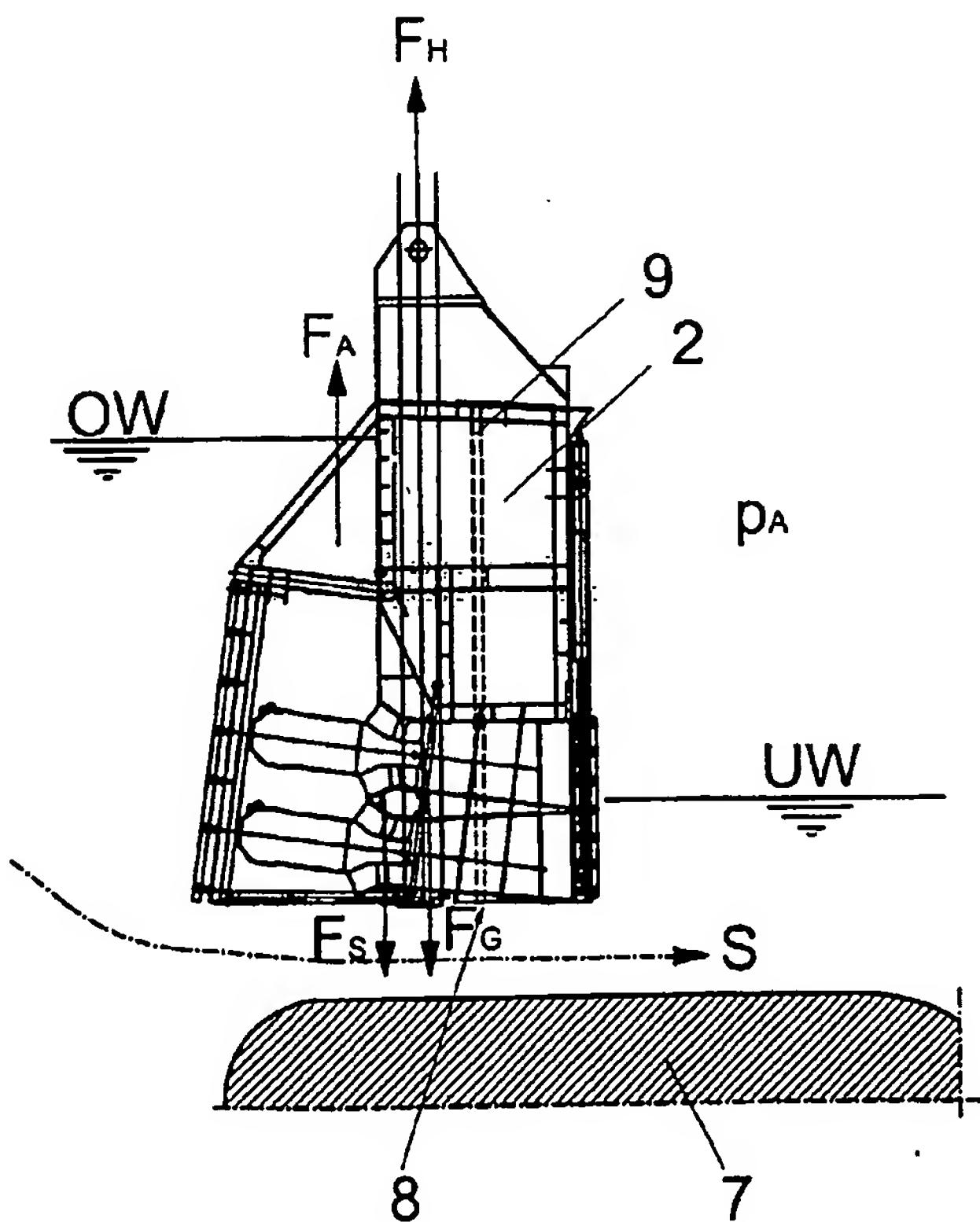
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DAM SYSTEM PROVIDED WITH A TURBINE GENERATOR MODULE WHICH CAN BE LIFTED AND LOWERED

(54) Bezeichnung: STAUAUFLAGE MIT HEB-UND SENKBAREN TURBINEN-GENERATORMODUL



**WO 03/083291 A1**



(57) Abstract: In order to keep the costs of a dam as low as possible, it is desirable to keep the dimensions of lifting devices, such as cranes, which lift and lower dam units as small as possible. When the dam units are especially lifted or lowered and there is a difference in the top water and the lower water, the suction forces arising therefrom are in part extremely strong and which act upon the dam units and which receive the lifting device, whereupon it is necessary to keep the dimensions of the dam units large, which is in term expensive. Said invention limits the suction forces thus arising by means of a corresponding constructive embodiment of the dam units and/or the dam itself.

(57) Zusammenfassung: Um die Kosten einer Stauanlage so gering wie möglich zu halten ist es unter anderem erwünscht, die zum Heben und Absenken der Staueinheiten erforderlichen Hebeleinrichtungen, wie Kräne, so klein wie möglich zu dimensionieren. Vor allem beim Heben oder Absenken der Staueinheiten unter einem bestehenden Gefälle zwischen Oberwasser und Unterwasser, entstehen jedoch zum Teil sehr grosse Sogkräfte, die auf die Staueinheiten wirken und von der Hebeleinrichtung aufzunehmen sind, weshalb diese wiederum grösser und daher teurer dimensioniert werden müssen. Die vorliegende Erfindung beschränkt nun die entstehenden Sogkräfte durch eine Belüftungseinrichtung.



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**STAUAANLAGE MIT HEB-UND SENKBAREN TURBINEN-GENERATORMODUL**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stauanlage für eine Flüssigkeit mit zumindest einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormodul bestehend aus zumindest einer Turbinen-  
5 Generatoreinheit, und mit einer Hebeeinrichtung zum Heben und Senken des Turbinen-Generatormoduls, sowie einem Turbinen-Generatormodul für eine solche Stauanlage und ein Verfahren zum Betreiben einer Stauanlage, einem Verfahren zum Ermitteln einer nach unten gerichteten Kraft bei einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormoduls, ein  
10 Verfahren zur Konstruktion eines heb- und senkbaren Turbinen-Generatormoduls für eine Stauanlage und einem Verfahren zur Konstruktion einer Hebeeinrichtung für ein heb- und senkbares Turbinen-Generatormodul.

In Stauanlagen an Wasserwegen gibt es im Regelfall ein Gefälle zwischen Oberwasser und Unterwasser. Dieses Gefälle, das durch Abstauen des Wasserweges entsteht, kann zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt werden. Das Abstauen des Wasserweges  
15 erfolgt oftmals mittels Staueinheiten, wie z.B. ein Wehrverschluss, die zur Erfüllung der Staufunktion in die Strömung abgesenkt werden können, oder aber auch zur Freigabe des Wasserweges, z.B. bei einem Hochwasser, aus der Strömung herausgehoben werden können. Für diese Hebe- bzw. Absenkaktivitäten steht an der Stauanlage in Normalfall ein eigener Kran zur Verfügung.  
20 Solche Staueinheiten können nun als Turbinen-Generatormodul mit mehreren neben- und/oder übereinander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten ausgeführt sein, bei denen das Modul gleichzeitig die Staufunktion erfüllt und auch elektrische Energie erzeugt. Um die Funktion der Stauanlage sicherzustellen müssen diese Turbinen-Generatormodule, wie oben beschrieben, ebenso heb- und senkbar sein.  
25 Das Heben und Absenken des Turbinen-Generatormoduls kann nun unter Druckausgleich, d.h. der Wasserspiegel des Oberwassers entspricht dem des Unterwassers, oder bei unterschiedlichen Oberwasser- und Unterwasserspiegel erfolgen, was in der Praxis meistens der Fall ist.  
Im ersten Fall, also bei ruhendem Wasser, muss der Kran im Wesentlichen nur zum Heben  
30 bzw. Absenken des Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls, sowie unter Umständen des Gewichtes mitgehobener Wasserlasten und Ablagerungen unter Überwindung von Reibkräften, z.B. Gleit- Roll- oder Dichtungsreibung, ausgelegt sein.  
Im zweiten Fall entsteht jedoch durch das Unterströmen des Turbinen-Generatormoduls während des Hebens oder Absenkens an dessen Unterseite ein Unterdruck gegenüber dem  
35 statischen Wasserdruk, der nach unten gerichtete Kräfte am Turbinen-Generatormodul

bewirkt, die zusätzlich vom Kran aufzunehmen sind. Der Kran muss daher aufgrund der höheren Hubkräfte größer dimensioniert werden, was die Kosten einer solchen Stauanlage erhöht.

In beiden Fällen wirken die entstehenden Auftriebskräfte am Turbinen-Generatormodul entlastend für den Kran.  
5

Die Erfindung hat sich nun die Aufgabe gestellt an einer Stauanlage bei Beibehaltung aller erforderlicher Funktionen möglichst kleine und günstige Hebeeinrichtungen zum Heben und Absenken der Turbinen-Generatormodule einzusetzen und so die Kosten für eine solche Stauanlage zu verkleinern.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls und/oder der umgebenden Stauanlage die am Turbinen-Generatormodul während des zumindest abschnittsweisen Hebens und/oder Senkens des Turbinen-Generatormoduls wirkende, nach unten gerichtete Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des  
15 Eigengewichtes vorgebbar ist.

Somit kann eine maximale Hubkraft festgelegt werden, auf die die Hebeeinrichtung, ohne wesentliche Vergrößerung der Dimensionen ausgelegt werden kann. Die Stauanlage kann also ohne wesentliche Kostenerhöhung realisiert werden.

Besonders vorteilhaft wird die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich zwischen 105%  
20 und 200% vorgegeben, da die Hebeeinrichtung dann nur unwesentlich bzw. überhaupt nicht vergrößert werden muss.

Der Betrieb einer Stauanlage kann wesentlich vereinfacht werden, indem das Turbinen-Generatormodul und/oder die umgebende Stauanlage in der Weise ausgebildet werden,  
25 sodass sich zumindest zeitweise während des Hebens und/oder Senkens unterhalb des Turbinen-Generatormoduls eine Strömung des Mediums vom Oberwasser der Stauanlage zum Unterwasser der Stauanlage erzeugbar ist. Damit ist es nicht mehr erforderlich, vor dem Heben bzw. Senken einen Pegelausgleich vor und hinter der Stauanlage vorzunehmen, da das Turbinen-Generatormodul auch unter einer Strömung gehoben bzw. gesenkt werden kann.  
30 Um bestimmte Anforderungen der Stauanlage an die maximalen und minimalen Pegelstände erfüllen zu können, ist es vorteilhaft, das Turbinen-Generatormodul und/oder die umgebende Stauanlage in der Weise auszubilden, dass das Turbinen-Generatormodul mit der Hebeeinrichtung für Flüssigkeitspegel bis zu einem vorbestimmten maximalen Flüssigkeitspegel stromauf des Turbinen-Generatormoduls und/oder bis zu einem minimalen vorbestimmten Flüssigkeitspegel stromab des Turbinen-Generatormoduls heb- und/oder  
35

senkbar ist, bzw. dass das Turbinen-Generatormodul mit der Hebeeinrichtung für Flüssigkeitspegel bis zu einer vorbestimmten maximalen Differenz zwischen den Flüssigkeitspegeln stromauf und stromab des Turbinen-Generatormoduls heb- und/oder senkbar ist.

- 5 Eine ganz besonders einfache Ausführung ergibt sich, wenn die konstruktive Gestalt des Turbinen-Generatormoduls zumindest teilweise durch eine Mehrzahl neben- und/oder übereinander angeordnete Turbinen-Generatoreinheiten des Turbinen-Generatormoduls vorgegeben wird, da dann keine zusätzlichen Konstruktionselemente, wie Rahmen oder Abdeckungen, etc., benötigt werden.
- 10 Ganz besonders günstig erweist sich dabei eine Konstruktion, bei der das Turbinen-Generatormodul eine Unterseite aufweist, die aus einer Unterseite einer Anzahl von neben-einander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten gebildet wird, wobei in günstiger Weise ein eventuell vorhandenes in Strömungsrichtung des Mediums an der Turbine anschließendes Rohr, vorzugsweise ein Saugrohr, zumindest abschnittsweise einen Teil der Unterseite bildet.

Die entstehenden Sogkräfte können reduziert werden, wenn durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, und/oder der Stauanlage die beim Heben und/oder Senken entstehende Strömung ohne bzw. ohne wesentlicher gegenseitiger Wechselwirkung am stromabwärts-

- 20 liegenden Ende der Rohre, vorzugsweise Saugrohre, der Turbinen-Generatoreinheiten vorbeifließt. Fließt die Strömung frei unter dem Modul durch, ohne auf die Saugrohrenden zu treffen, reduziert sich die entstehende Sogwirkung beträchtlich, wodurch die Hebeeinrichtungen natürlich noch kleiner dimensioniert werden können.

- 25 Die Unterseite des Turbinen-Generatormoduls hat einen großen Einfluss auf die entstehenden Kräfte und wird konstruktiv vorteilhafter Weise hinsichtlich der beim Heben und Senken nach unten gerichteten Kraft optimiert, um die Sogkräfte so gering wie möglich zu halten.

- 30 Eine Verringerung der nach unten wirkenden Kräfte kann durch das Vorsehen einer Belüftungseinrichtung erzielt werden, wobei die Belüftungseinrichtung günstiger Weise an zumindest einer Stelle im Bereich der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls angeordnet ist.

Die Belüftung kann sehr günstig und einfach mittels Umgebungsluft unter atmosphärischen Druck durchgeführt werden, wobei eine einfache Verbindungsleitung zur Umgebungsluft ausreicht. Alternativ kann die Belüftung auch mittels einer Druckerzeugungseinrichtung,

vorzugsweise ein Kompressor, durchgeführt werden, wobei ein gasförmiges Medium, vorzugsweise Luft, unter einem vorgegebenen Druck eingeblasen werden kann.

Durch eine Verschlusseinrichtung, mittels welcher das Turbinen-Generatormodul beim Heben und/oder Senken zumindest teilweise gegen eine Flüssigkeitsströmung durch die

- 5 Turbinen des Turbinen-Generatormoduls verschließbar ist, kann vermieden werden, dass sich während des Hebens und/oder Senkens des Turbinen-Generatormoduls eine Strömung durch das Modul hindurch ausbilden kann.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung einer Hebeeinrichtung ergibt sich in Form eines Kranes, welcher zumindest teilweise oberhalb des Turbinen-Generatormoduls angeordnet

- 10 und an der Stauanlage abgestützt ist.

Die bestehende Hebeeinrichtung und deren Auflager an der Stauanlage sind am Besten zur Aufnahme der nach unten gerichteten Kraft eingerichtet, da dann auf zusätzliche Hebeeinrichtungen verzichtet werden kann.

Durch geeignete bauliche bzw. konstruktive Maßnahmen an der Stauanlage und/oder am

- 15 Turbinen-Generatormodul kann eine strömungsinduzierte Schwingungsanregung des Turbinen-Generatormoduls bzw. der Flüssigkeit selbst zumindest verringert, vorzugsweise im Wesentlichen eliminiert, werden. Der Turbinen-Generatormodul kann somit einfacher und leichter aufgebaut werden, da keine wesentlichen zusätzlichen Belastungen durch Schwingungen zu erwarten sind.

- 20 Eine hinsichtlich der Hebeeinrichtung ganz besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich, wenn sich durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, die entstehenden unten gerichteten Kräfte und Auftriebskräfte zumindest teilweise, vorzugsweise annähernd, aufheben. Die Auftriebskräfte wirken den entstehenden Sogkräften entgegen und können somit zur Reduzierung der erforderlichen Hubkräfte verwendet werden.

Ein einzelnes Turbinen-Generatormodul für eine solche Stauanlage wird vorteilhafter Weise konstruktiv in der Weise ausgebildet, dass die am Turbinen-Generatormodul durch eine Flüssigkeitsströmung entstehende, auf das Turbinen-Generatormodul wirkende, nach unten gerichtete Kraft bezogen auf das Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls in einem

- 25 Bereich von 101% bis 500% vorgebbar ist.

Das Verfahren zum Betreiben einer Stauanlage mit einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormodul wird vorteilhafter Weise in der Art durchgeführt, dass das Turbinen-Generatormodul mittels einer Hebeeinrichtung von einer Betriebsposition in einer Flüssig-

keitsströmung in eine Hebeposition in oder außerhalb der Flüssigkeitsströmung, oder umgekehrt, gehoben bzw. gesenkt wird, wobei die durch die Flüssigkeitsströmung entstehende nach unten wirkende Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes des Turbinen-  
5 Generatormoduls vorgegeben wird.

Das Verfahren zum Ermitteln einer nach unten gerichteten Kraft bei einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormoduls wird vorteilhafter Weise in der Art durchgeführt, dass der Oberwasser- und Unterwasserpegel bestimmt wird und in Abhängigkeit verschiedener Pegeldifferenzen zwischen Oberwasserpegel und Unterwasserpegel die durch eine beim  
10 Heben und Senken des Turbinen-Generatormoduls unterhalb des Turbinen-Generatormoduls entstehende Flüssigkeitsströmung verursachten nach unten gerichteten Kräfte für verschiedene Hebehöhen des Turbinen-Generatormoduls gemessen und/oder aus einem hydrodynamischen Modell berechnet werden.

Dieses Verfahren kann noch in günstiger Weise erweitert werden, indem die gemessenen  
15 und/oder berechneten nach unten gerichteten Kräfte für zumindest einige der Pegeldifferenzen in ein Diagramm übertragen werden, wobei auf einer Achse des Diagramms die Pegeldifferenz, oder eine äquivalente Größe, aufgetragen wird und auf der anderen Achse die ermittelte nach unten gerichtete Kraft, oder eine äquivalente Größe, aufgetragen wird und durch ein graphisches oder mathematisches Verfahren eine Einhüllende um die einzelnen  
20 entstandenen Kurven ermittelt wird, sodass die Einhüllende im Wesentlichen die maximale zu erwartende nach unten wirkende Kraft für einen Typ eines Turbinen-Generatormoduls für verschiedene Pegeldifferenzen anzeigt. Ein auf solcher Weise entstandenes Diagramm kann zu einem späteren Zeitpunkt einfach verwendet werden, um die zu erwartenden Sog- bzw.  
Hubkräfte eines bestimmten Turbinen-Generatormodul auf sehr einfache und rasche Art  
25 ermitteln zu können, ohne aufwendige Messungen bzw. Berechnungen wiederholen zu müssen.

Die nach unten gerichteten Kräfte werden vorteilhaft anhand eines hydraulischen Modellversuches ermittelt und in an sich bekannter Weise in reale Werte umgerechnet. Ein Modellversuch kann in der Praxis wesentlich günstiger durchgeführt werden, wie aufwendige  
30 Messungen an einer realen Anlage und weiters natürlich auch bereits bevor eine reale Anlage existiert. Die gesamte Anlage mit allen notwendigen Einrichtungen, wie z.B. Hebeeinrichtungen, kann somit bereits vorab ausgelegt werden.

Das Verfahren zur Konstruktion eines heb- und senkbaren Turbinen-Generatormoduls für eine Stauanlage wird vorteilhafter Weise in der Art durchgeführt, dass durch die konstruktive  
35 Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, die beim Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls durch die

unterhalb des Turbinen-Generatormoduls entstehende Flüssigkeitsströmung verursachte nach unten wirkende Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls vorgegeben wird.

- 5 Das Verfahren zur Konstruktion einer Hebeeinrichtung für ein heb- und senkbares Turbinen-Generatormodul wird vorteilhafter Weise in der Art durchgeführt, dass die durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, beim Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls durch die unterhalb des Turbinen-Generatormoduls entstehende Flüssigkeitsströmung verursachte  
10 nach unten wirkende Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls vorgegeben und die Hebeeinrichtung zum Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls zur Aufnahme dieser Kraft ausgelegt wird.

Die Erfindung wird anhand der beispielhaften, nicht einschränkenden, spezielle Ausführungsbeispiele zeigende Figuren 1 bis 4 beschrieben. Dabei zeigt  
15

- Fig. 1 schematisch die Anordnung einer typischen Stauanlage,  
Fig. 2 eine Seitenansicht einer Stauanlage,  
Fig. 3 eine Seitenansicht einer Stauanlage während eines Hebe- bzw. Absenk-vorganges,  
20 Fig. 4 eine Seitenansicht einer Stauanlage mit einem Turbinen-Generatormodul mit einer Belüftungseinrichtung und  
Fig. 5 ein beispielhaft ermitteltes Diagramm für die entstehenden Sogkräfte.

In Fig. 1 ist ein Wasserweg 4 gezeigt in dem quer zur Strömungsrichtung, angedeutet durch einen Pfeil, eine Stauanlage 1 angeordnet ist. Diese Stauanlage 1 besteht im Wesentlichen  
25 aus ortfesten Strukturen, hier Pfeiler 3, und zwischen den Pfeilern 3 befindliche Turbinen-Generatormodule 2, die in nicht näher dargestellten Führungseinrichtungen in den Pfeilern 3 geführt werden und zwischen den Pfeilern 3 mittels einer Hebeeinrichtung, hier ein ange-deuteter Kran 6, der an der Stauanlage 1 zumindest teilweise abgestützt wird, heb- bzw. senkbar sind. Die Turbinen-Generatormodule 2 befinden sich normalerweise in ihrer  
30 vollständig abgesenkten Betriebsposition B (Fig. 2), d.h. sie werden am Grund der Stauanlage 1 von einem Teil der Stauanlage 1, wie eine Wehrkrone 7, abgestützt. In gewissen Situationen, wie z.B. bei einem Hochwasser oder zu Wartungsarbeiten, müssen diese Turbinen-Generatormodule 2 jedoch aus ihrer Betriebsposition herausgehoben werden, dabei insbesondere auch über den Oberwasserspiegel OW.

Die Fig. 2 zeigt nun ein Turbinen-Generatormodul 2 in seiner Betriebsposition B und in einer Hebeposition H. In der Betriebsposition B liegt das Turbinen-Generatormodul 2 im Wesentlich wasserdicht auf der Wehrkrone 7 auf. Der Turbinen-Generatormodul 2 wird verwendet um die Flüssigkeit abzustauen und ein Gefälle zwischen dem Oberwasserspiegel OW stromaufwärts und dem Unterwasserspiegel UW stromabwärts zu erzeugen, dass in Folge mittels der über- und/oder untereinander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten des Turbinen-Generatormoduls 2 zur Energieerzeugung genutzt wird.

- 5 Um den Turbinen-Generatormodul 2 von dieser Betriebsposition B in eine Hebeposition H, vorzugsweise oberhalb des Oberwasserspiegels OW, zu bringen, wird der Turbinen-
- 10 Generatormodul 2 mit einem Kran 6 verbunden, der den Turbinen-Generatormodul 2 aus dem Wasser heraushebt. Das Absenken eines Turbinen-Generatormoduls 2 von einer Hebeposition H in eine Betriebsposition B läuft natürlich im Wesentlichen in umgekehrter Reihenfolge ab.

- Dazu kann ein stromabwärtsliegender Wehrverschluss 5 vorgesehen sein, der vor dem
- 15 Heben bzw. Senken bei Bedarf ganz oder teilweise geschlossen werden kann und das Turbinen-Generatormodul 2 unter ausgeglichenen Pegelständen gehoben bzw. gesenkt werden kann. Danach kann der Wehrverschluss 5 bei Bedarf geöffnet und der Wasserweg freigegeben werden. Es sind jedoch auch Stauanlagen denkbar, bei denen das Heben bzw.
- 20 Senken der Turbinen-Generatormodul 2 unter einem bestehenden Gefälle zwischen dem Oberwasserspiegel OW und Unterwasserspiegel UW erfolgt, z.B. wenn kein Wehrverschluss 5 vorhanden ist.

- In Fig. 3 ist nun ein Hebevorgang beispielhaft gezeigt, wobei dies für das Absenken natürlich äquivalent gültig ist. Der Turbinen-Generatormodul 2 ist hierbei bereits etwas gehoben, wodurch sich, hervorgerufen durch das Gefälle zwischen Oberwasser OW und Unterwasser UW, unterhalb des Turbinen-Generatormodul 2 zwischen Turbinen-Generatormodul 2 und Wehrkrone 7 stromabwärts eine Strömung S ausbildet. Die Fließgeschwindigkeit der Strömung S ergibt sich dabei im Wesentlichen aus der Spalthöhe und steht mit dem Druck durch die bekannte hydrodynamische Grundgleichung, dass das Produkt aus Druck und Geschwindigkeit konstant ist, in Beziehung. Durch diese Strömung S entsteht gemäß den 25 allgemein bekannten hydrodynamischen Grundgesetzen an der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls 2 gegenüber dem hydrostatischen Druck ein Unterdruck, der am Turbinen-Generatormodul 2 eine nach unten gerichtete Sogkraft  $F_S$  erzeugt. Gleichzeitig wirkt dieser Sogkraft  $F_S$  auch in hinlänglich bekannter Weise eine gewisse Auftriebskraft  $F_A$  entgegen. Der Kran 6 muss also nicht nur das Eigengewicht  $F_G$  heben, sondern eine resultierende 30 Hubkraft  $F_H$ , die sich folgendermaßen zusammensetzt:

$$F_H = F_G + F_S - F_A + F_{\text{sonst.}}$$

$F_{\text{sonst.}}$  berücksichtigt dabei noch sonstige auftretende Kräfte, wie z.B. das Gewicht mitgehobener Wasserlasten und Ablagerungen oder Reibkräfte, z.B. Gleit- Roll- oder Dichtungsreibung. Der Kran 6 ist also größer zu dimensionieren und die Auflager des Kranes an der Stauanlage 1 gleichfalls anzupassen, um diese zusätzlichen Sogkräfte  $F_s$ , hervorgerufen durch die oben beschriebene Sogwirkung, aufnehmen zu können. In  $F_{\text{sonst.}}$  fließen natürlich auch noch Trägheitskräfte ein, die hauptsächlich von der Hubgeschwindigkeit abhängig sind. Je größer die Hubgeschwindigkeit, umso größer werden natürlich auch die Trägheitskräfte werden und beeinflusst somit die resultierende Hubkraft  $F_H$  zum Teil erheblich. Die Hubgeschwindigkeit beeinflusst aber, durch diverse hydrodynamische Effekte, natürlich ebenfalls die Sogkraft  $F_s$ , sodass die Sogkräfte  $F_s$  mit steigender Hubgeschwindigkeit ebenfalls größer werden.

Die entstehende Sogwirkung wird von verschiedenen Faktoren, wie dem Gefälle bzw. der Pegeldifferenz, der Hebegeschwindigkeit oder der konstruktiven Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls 2, beeinflusst.

Experimente an Modellen einer solchen Stauanlage 1 oder hydrodynamische Berechnungen, z.B. anhand geeigneter hydrodynamischer Modelle, zeigen dabei, dass durch eine geeignete konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls 2, die maximalen Sogkräfte  $F_{s\max}$  mit 200% des Eigengewichtes  $F_G$  des Turbinen-Generatormoduls 2 begrenzt werden können. Bei optimaler konstruktiver Gestaltung konnte die Sogkraft  $F_s$  sogar unter 100%, oder gar unter 50%, des Eigengewichtes  $F_G$  des Turbinen-Generatormoduls 2 gebracht werden.

Es hat sich herausgestellt, dass die Sogkräfte  $F_s$  am größten werden, wenn die Strömung auf die stromabwärtsliegenden Enden der Saugrohre der Turbinen-Generatoreinheiten auftrifft, da dann als Ergebnis der Strömungsablenkung zusätzlicher negativer Druck und dadurch eine zusätzliche Sogwirkung entsteht.

Außerdem kann diese turbulente Strömung um die Saugrohre auch zur Entstehung von Vibrationen in einzelnen Turbinen-Generatoreinheiten oder dem gesamten Turbinen-Generatormodul 2 führen, was vermieden werden sollte, oder eine verstärkte bzw. angepasste Konstruktion des Turbinen-Generatormoduls 2 vorgesehen werden sollte.

Die entstehenden Sogkräfte  $F_s$  können verringert werden, wenn wie in Fig. 4 angedeutet, eine Belüftungseinrichtung 8 am Turbinen-Generatormodul 2 vorgesehen wird. Die Belüftungseinrichtung 8 besteht hier einfach aus einer beliebig geformten Öffnung, die über eine Leitung 9 mit dem atmosphärischen Umgebungsdruck  $p_A$  verbunden ist. Durch diese Belüftung wird der Unterdruck lokal verringert, sodass sich die entstehenden Sogkräfte  $F_s$  ebenfalls reduzieren.

Es können natürlich beliebig viele Belüftungseinrichtung 8 in beliebigen Ausführungen, z.B. unterschiedliche Öffnungsdimensionen, etc., am Turbinen-Generatormodul 2 vorgesehen

- werden, vorzugsweise im Bereich der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls 2. Natürlich könnte die Belüftungseinrichtung 8 auch mit einer nicht dargestellten Druckerzeugungseinrichtung verbunden sein, womit die Belüftung mit einem vorgebbaren Druck durchgeführt werden kann. Der Belüftungseffekt kann somit beispielsweise über den 5 Belüftungsdruck einfach gesteuert werden.
- Für die Praxis ist es vorteilhaft, die zu erwartenden Sogkräfte  $F_s$  vorab für bestimmte Typen von Turbinen-Generatormodulen 2 zu ermitteln. Für eine neue Anlage können dann diese Werte einfach übernommen werden, ohne erneute aufwendige Messungen oder Berechnungen durchführen zu müssen.
- 10 Dazu werden z.B. in einem hydraulischen Modellversuch, anhand eines Modells einer Stauanlage 1 und eines Turbinen-Generatormoduls 2 für verschiedene Pegeldifferenzen  $\Delta h$  und Hebepositionen  $H_1$  bis  $H_n$  die Sogkräfte  $F_s$  gemessen und in einem Diagramm eingetragen. Ein solches Diagramm ist beispielhaft in Fig. 5 dargestellt. Für die einzelnen ermittelten Kurven kann eine Einhüllende E mit hinlänglich bekannten Methoden graphisch 15 oder mathematisch ermittelt werden, die dann die maximale Sogkraft  $F_s$  in Abhängigkeit der Pegeldifferenz  $\Delta h$  angibt.
- Die Ergebnisse eines solchen Modellversuches können mit hinlänglich bekannten Methoden auf reale Dimensionen übertragen werden. Insbesondere wäre es auch möglich die Sogkräfte  $F_s$  bezogen auf eine Längeneinheit anzugeben.
- 20 Die entstehenden Sogkräfte  $F_s$  könnten natürlich auch aus hydraulischen Modellrechnungen ermittelt werden. Gleichfalls wäre es auch denkbar, im Diagramm beliebige andere gleichwertige Werte, wie z.B. eine Spaltbreite anstelle einer Hebeposition  $H$ , den Unterwasserpegel UW anstelle einer Pegeldifferenz  $\Delta h$ , oder die Hubkraft  $F_H$  anstelle der Sogkraft  $F_s$  etc., aufrufen.
- 25 Diese ermittelten maximalen Sogkräfte  $F_s$  können dann z.B. zur Auslegung der Hebeeinrichtungen herangezogen werden.
- Im Idealfall wird der Turbinen-Generatormodul 2 so ausgelegt, dass sich die entstehenden Sogkräfte  $F_s$  und die Auftriebskräfte  $F_A$  zumindest teilweise aufheben.
- Durch die oben beschriebenen hydrodynamischen Effekte kann es eventuell auch zu einer 30 Schwingungsanregung beim Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls 2 kommen. Hier kann es einerseits aufgrund des Gesamtsystems – Wasserkörper + Feder (Seilaufhängung) + Masse (Turbinen-Generatormodul 2) – zu einer strömungsinduzierten Schwingung in vertikaler Richtung kommen. Andererseits ist aber auch eine strömungsinduzierte Schwingung in horizontaler Richtung während des Hebens bzw. Senkens 35 aufgrund der geringeren horizontalen Modulgesamtsteifigkeit vorstellbar. Eine kritische

- Situation ergibt sich, wie aus der hinlänglich bekannten Schwingungstheorie bekannt, wenn die Anregung in Nähe der Resonanzfrequenz, bzw. einem Vielfachen davon, erfolgt. Aber auch in allen anderen Fällen ist es erwünscht, die Schwingungen im Turbinen-Generatormodul 2 so gering wie möglich zu halten, um eventuelle Beschädigungen am
- 5 Turbinen-Generatormoduls 2 oder an der Stauanlage 1, bzw. Teilen der Stauanlage 1, zu vermeiden. Der Turbinen-Generatormodul 2 bzw. die Stauanlage 1 sollte daher so ausgelegt werden, z.B. durch entsprechende Versteifungen, günstige Masseverteilung, einbinden von Dämpfungskonstruktionen, etc., dass strömungsinduzierten Schwingung minimiert, wenn möglich im Wesentlichen eliminiert, werden.

**Patentansprüche**

1. Stauanlage für eine Flüssigkeit mit zumindest einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormodul bestehend aus zumindest einer Turbinen-Generatoreinheit, und mit einer Hebeeinrichtung zum Heben und Senken des Turbinen-Generatormoduls, dadurch gekennzeichnet, dass durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls und/oder der umgebenden Stauanlage die am Turbinen-Generatormodul während des zumindest abschnittsweisen Hebens und/oder Senkens des Turbinen-Generatormoduls wirkende, nach unten gerichtete Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes vorgebbar ist.
2. Stauanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich größer als 105%, vorzugsweise größer als 110%, vorgebbar ist.
3. Stauanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich kleiner als 200%, vorzugsweise kleiner als 150% vorgebbar ist.
4. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul und/oder die umgebende Stauanlage in der Weise ausgebildet sind, dass sich zumindest zeitweise während des Hebens und/oder Senkens unterhalb des Turbinen-Generatormoduls eine Strömung des Mediums vom Oberwasser der Stauanlage zum Unterwasser der Stauanlage erzeugbar ist.
5. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul und/oder die umgebende Stauanlage in der Weise ausgebildet sind, dass das Turbinen-Generatormodul mit der Hebeeinrichtung für Flüssigkeitspegel bis zu einem vorbestimmten maximalen Flüssigkeitspegel stromauf des Turbinen-Generatormoduls und/oder bis zu einem minimalen vorbestimmten Flüssigkeitspegel stromab des Turbinen-Generatormoduls heb- und/oder senkbar ist.
6. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul und/oder die umgebende Stauanlage in der Weise ausgebildet sind, dass das Turbinen-Generatormodul mit der Hebeeinrichtung für Flüssigkeitspegel bis zu einer vorbestimmten maximalen Differenz zwischen den Flüssigkeitspegeln stromauf und stromab des Turbinen-Generatormoduls heb- und/oder senkbar ist

7. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul eine Mehrzahl neben- und/oder übereinander angeordnete Turbinen-Generatoreinheiten aufweist, welche zumindest teilweise die konstruktive Gestalt des Turbinen-Generatormoduls bilden.
- 5 8. Stauanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul eine Unterseite aufweist, die aus einer Unterseite einer Anzahl von neben-einander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten gebildet wird.
9. Stauanlage nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Turbinen-Generatoreinheit des Turbinen-Generatormoduls ein, in Strömungsrichtung
- 10 des Mediums an der Turbine anschließendes Rohr, vorzugsweise ein Saugrohr, aufweist, welches zumindest abschnittsweise einen Teil der Unterseite bildet.
10. Stauanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, und/oder der Stauanlage die beim Heben und/oder Senken entstehende
- 15 Strömung ohne bzw. ohne wesentlicher gegenseitiger Wechselwirkung am stromabwärts-liegenden Ende der Rohre, vorzugsweise Saugrohre, der Turbinen-Generatoreinheiten vorbeifließt.
11. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul eine Unterseite aufweist, deren konstruktive Gestalt hinsichtlich
- 20 der beim Heben und Senken nach unten gerichteten Kraft optimiert ist.
12. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul zur Verringerung der nach untenwirkenden Kräfte mit einer Belüftungseinrichtung ausgestattet ist.
- 25 13. Stauanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung an zumindest einer Stelle im Bereich der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls angeordnet ist.
14. Stauanlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung über eine Leitung mit dem atmosphärischen Druck verbunden ist.
- 30 15. Stauanlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung über eine Leitung mit einer Druckerzeugungseinrichtung, vorzugsweise ein Kompressor, verbunden ist.

16. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschlusseinrichtung vorgesehen ist, mittels welcher das Turbinen-Generatormodul beim Heben und/oder Senken zumindest teilweise gegen eine Flüssigkeitsströmung durch die Turbinen des Turbinen-Generatormoduls verschließbar ist.
- 5 17. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebeeinrichtung ein Kran ist, welcher zumindest teilweise oberhalb des Turbinen-Generatormoduls angeordnet und an der Stauanlage abgestützt ist.
18. Stauanlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebeeinrichtung zur Aufnahme der nach unten gerichteten Kraft eingerichtet ist.
- 10 19. Stauanlage nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Auflager für die Hebeeinrichtung an der Stauanlage vorgesehen ist, welches zur Aufnahme der nach unten gerichteten Kraft eingerichtet ist.
20. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass sich durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, die entstehenden unten gerichteten Kräfte und Auftriebskräfte zumindest teilweise, vorzugsweise annähernd, aufheben.
- 15 21. Stauanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass durch bauliche bzw. konstruktive Maßnahmen an der Stauanlage und/oder am Turbinen-Generatormodul die strömungsinduzierte Schwingungsanregung des Turbinen-Generatormoduls bzw. der Flüssigkeit selbst zumindest verringerbar, vorzugsweise im Wesentlichen eliminierbar, ist.
- 20 22. Turbinen-Generatormodul für eine Stauanlage, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul konstruktiv in der Weise ausgebildet ist, dass die am Turbinen-Generatormodul in einer von der Betriebsposition angehobenen Position durch eine Flüssigkeitsströmung entstehende, auf das Turbinen-Generatormodul wirkende, nach unten gerichtete Kraft bezogen auf das Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% vorgebbar ist.
- 25 23. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich größer als 105%, vorzugsweise größer als 110%, vorgebbar ist.

24. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich kleiner als 200%, vorzugsweise kleiner als 150% vorgebbar ist.
25. Turbinen-Generatormodul nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul eine Mehrzahl neben- und/oder übereinander angeordnete Turbinen-Generatoreinheiten aufweist, welche zumindest teilweise die konstruktive Gestalt des Turbinen-Generatormoduls bilden.  
5
26. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul eine Unterseite aufweist, die aus einer Unterseite einer Anzahl von nebeneinander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten gebildet wird.  
10
27. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Turbinen-Generatoreinheit des Turbinen-Generatormoduls ein, in Strömungsrichtung des Mediums an der Turbine anschließendes Rohr, vorzugsweise ein Saugrohr, aufweist, welches zumindest abschnittsweise einen Teil der Unterseite bildet.
28. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, die Flüssigkeitsströmung ohne bzw. ohne wesentlicher gegenseitiger Wechselwirkung am stromabwärtsliegenden Ende der Rohre der Turbinen-Generatoreinheiten vorbeifließt.  
15
29. Turbinen-Generatormodul nach einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul eine Unterseite aufweist, deren konstruktive Gestalt hinsichtlich der Größe der nach unten gerichteten Kraft optimiert, vorzugsweise minimiert, ist.  
20
30. Turbinen-Generatormodul nach einem der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinen-Generatormodul zur Verringerung der nach untenwirkenden Kräfte mit einer Belüftungseinrichtung ausgestattet ist.  
25
31. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung an zumindest einer Stelle im Bereich der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls angeordnet ist.
32. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung über eine Leitung mit dem atmosphärischen Druck verbunden ist.  
30

33. Turbinen-Generatormodul nach Anspruch 30 oder 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belüftungseinrichtung über eine Leitung mit einer Druckerzeugungseinrichtung, vorzugsweise ein Kompressor, verbunden ist.
34. Turbinen-Generatormodul nach einem der Ansprüche 22 bis 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verschlusseinrichtung vorgesehen ist, mittels welcher das Turbinen-Generatormodul zumindest teilweise gegen eine Flüssigkeitsströmung durch die Turbinen des Turbinen-Generatormoduls verschließbar ist.
35. Turbinen-Generatormodul nach einem der Ansprüche 22 bis 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch bauliche bzw. konstruktive Maßnahmen am Turbinen-Generatormodul die strömungsinduzierte Schwingungsanregung des Turbinen-Generatormoduls verringerbar, vorzugsweise im Wesentlichen eliminierbar, ist.
36. Verfahren zum Betreiben einer Stauanlage mit einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormodul, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Turbinen-Generatormodul mittels einer Hebeeinrichtung von einer Betriebsposition in einer Flüssigkeitsströmung in eine Hebeposition in oder außerhalb der Flüssigkeitsströmung, oder umgekehrt, gehoben bzw. gesenkt wird, wobei die durch die Flüssigkeitsströmung entstehende nach unten wirkende Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls vorgegeben wird.
37. Verfahren nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich größer als 105%, vorzugsweise größer als 110%, vorgegeben wird.
38. Verfahren nach Anspruch 36 oder 37, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich kleiner als 200%, vorzugsweise kleiner als 150% vorgegeben wird.
39. Verfahren zum Ermitteln einer nach unten gerichteten Kraft bei einem heb- und senkbaren Turbinen-Generatormoduls, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Oberwasser- und Unterwasserpegel bestimmt werden,
  - in Abhängigkeit verschiedener Pegeldifferenzen zwischen Oberwasserpegel und Unterwasserpegel die durch eine beim Heben und Senken des Turbinen-Generatormoduls unterhalb des Turbinen-Generatormoduls entstehende Flüssigkeitsströmung verursachten nach unten gerichteten Kräfte für verschiedene Positionen des Turbinen-Generatormoduls gemessen und/oder aus einem hydrodynamischen Modell berechnet werden

40. Verfahren nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass

a) die gemessenen und/oder berechneten nach unten gerichteten Kräfte für zumindest einige der Höhendifferenzen in ein Diagramm übertragen werden, wobei auf einer Achse des Diagramms die Pegeldifferenz, oder eine äquivalente Größe, aufgetragen wird und auf der

5 anderen Achse die ermittelte nach unten gerichtete Kraft, oder eine äquivalente Größe, aufgetragen wird und

b) durch ein graphisches oder mathematisches Verfahren eine Einhüllende um die einzelnen entstandenen Kurven ermittelt wird, wobei die Einhüllende im Wesentlichen die maximale zu erwartende nach unten wirkende Kraft für einen Typ eines Turbinen-

10 Generatormoduls für verschiedene Pegeldifferenzen angibt.

41. Verfahren nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichteten Kräfte anhand eines hydraulischen Modellversuches ermittelt und in an sich bekannter Weise in reale Werte umgerechnet werden.

42. Verfahren nach Anspruch 40 oder 41, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten

15 gerichtete Kraft für einen bestimmten Typ eines Turbinen-Generatormoduls anhand eines bereits erstellten Diagramms der zu erwartenden nach unten wirkenden Kraft ermittelt wird.

43. Verfahren zur Konstruktion eines heb- und senkbaren Turbinen-Generatormoduls für eine Stauanlage in Abhängigkeit von einem Oberwasser- und Unterwasserpegel bzw. einer Pegeldifferenz, dadurch gekennzeichnet, dass durch die konstruktive Gestaltung des

20 Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-Generatormoduls, die beim Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls durch die unterhalb des Turbinen-Generatormoduls entstehende Flüssigkeitsströmung verursachte nach unten wirkende Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls vorgegeben wird.

25

44. Verfahren nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich größer als 105%, vorzugsweise größer als 110%, vorgegeben wird.

45. Verfahren nach Anspruch 43 oder 44, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten

30 gerichtete Kraft in einem Bereich kleiner als 200%, vorzugsweise kleiner als 150% vorgegeben wird.

46. Verfahren zur Konstruktion einer Hebeeinrichtung für ein heb- und senkbares

Turbinen-Generatormodul, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die konstruktive Gestaltung des Turbinen-Generatormoduls, vorzugsweise der Unterseite des Turbinen-

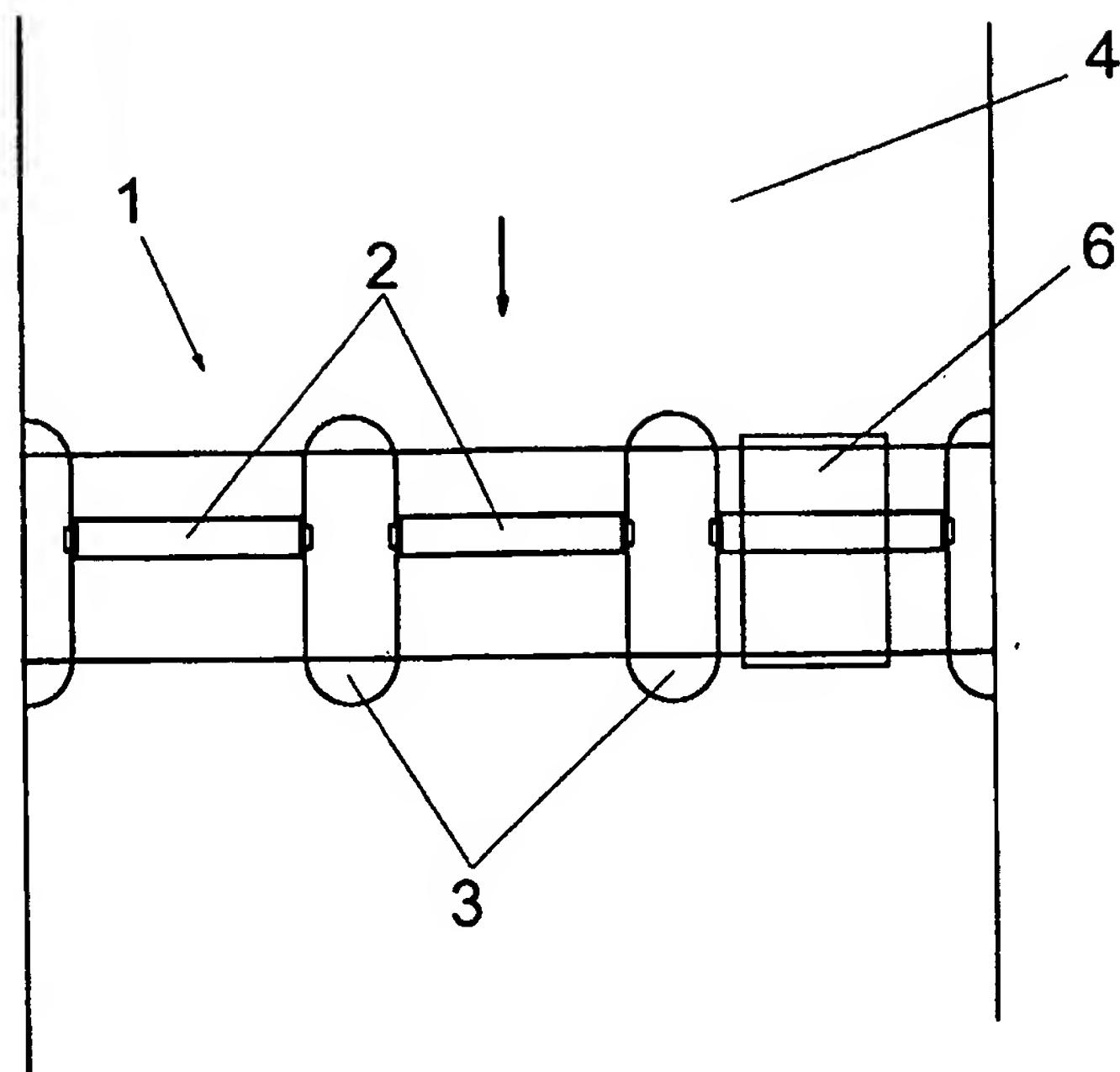
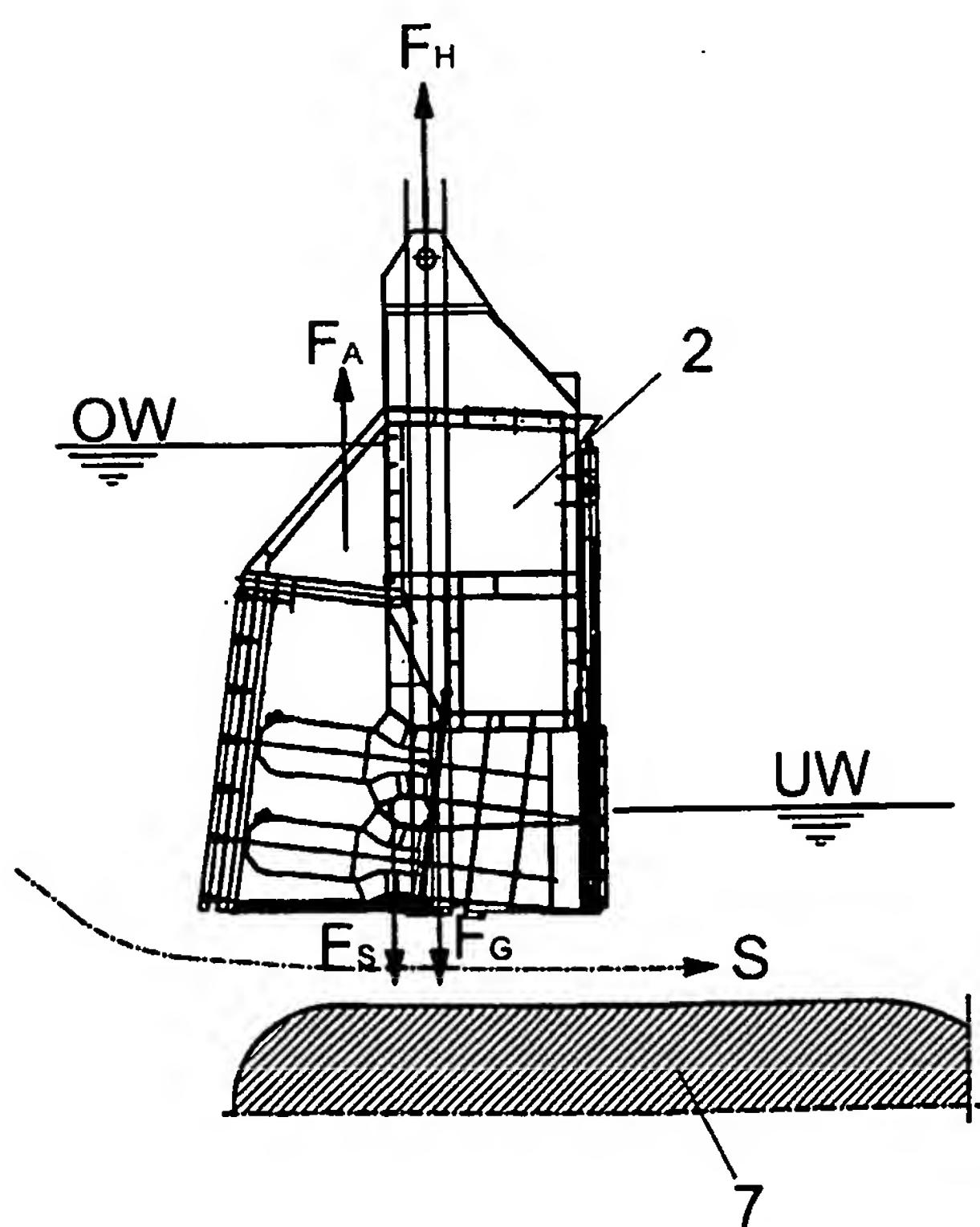
Generatormoduls, beim Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls durch die unterhalb des Turbinen-Generatormoduls entstehende Flüssigkeitsströmung verursachte nach unten wirkende Kraft bezogen auf das Eigengewicht des Turbinen-Generatormoduls in einem Bereich von 101% bis 500% des Eigengewichtes des Turbinen-Generatormoduls

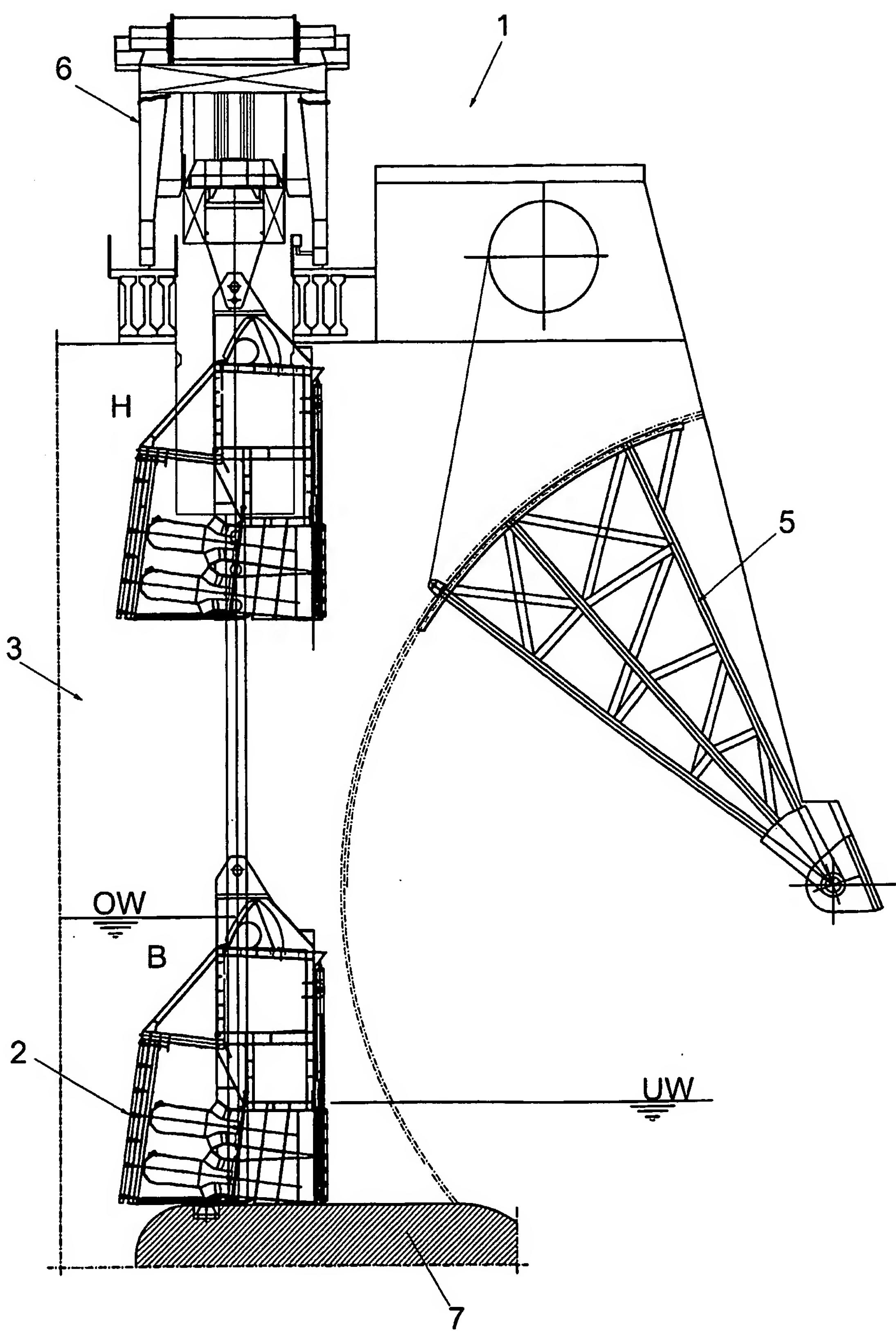
- 5 vorgegeben und die Hebbeeinrichtung zum Heben bzw. Senken des Turbinen-Generatormoduls zur Aufnahme dieser Kraft ausgelegt wird.

47. Verfahren nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich größer als 105%, vorzugsweise größer als 110%, vorgegeben und von der Hebbeeinrichtung aufgenommen wird.

- 10 48. Verfahren nach Anspruch 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, dass die nach unten gerichtete Kraft in einem Bereich kleiner als 200%, vorzugsweise kleiner als 150% vorgegeben und von der Hebbeeinrichtung aufgenommen wird.

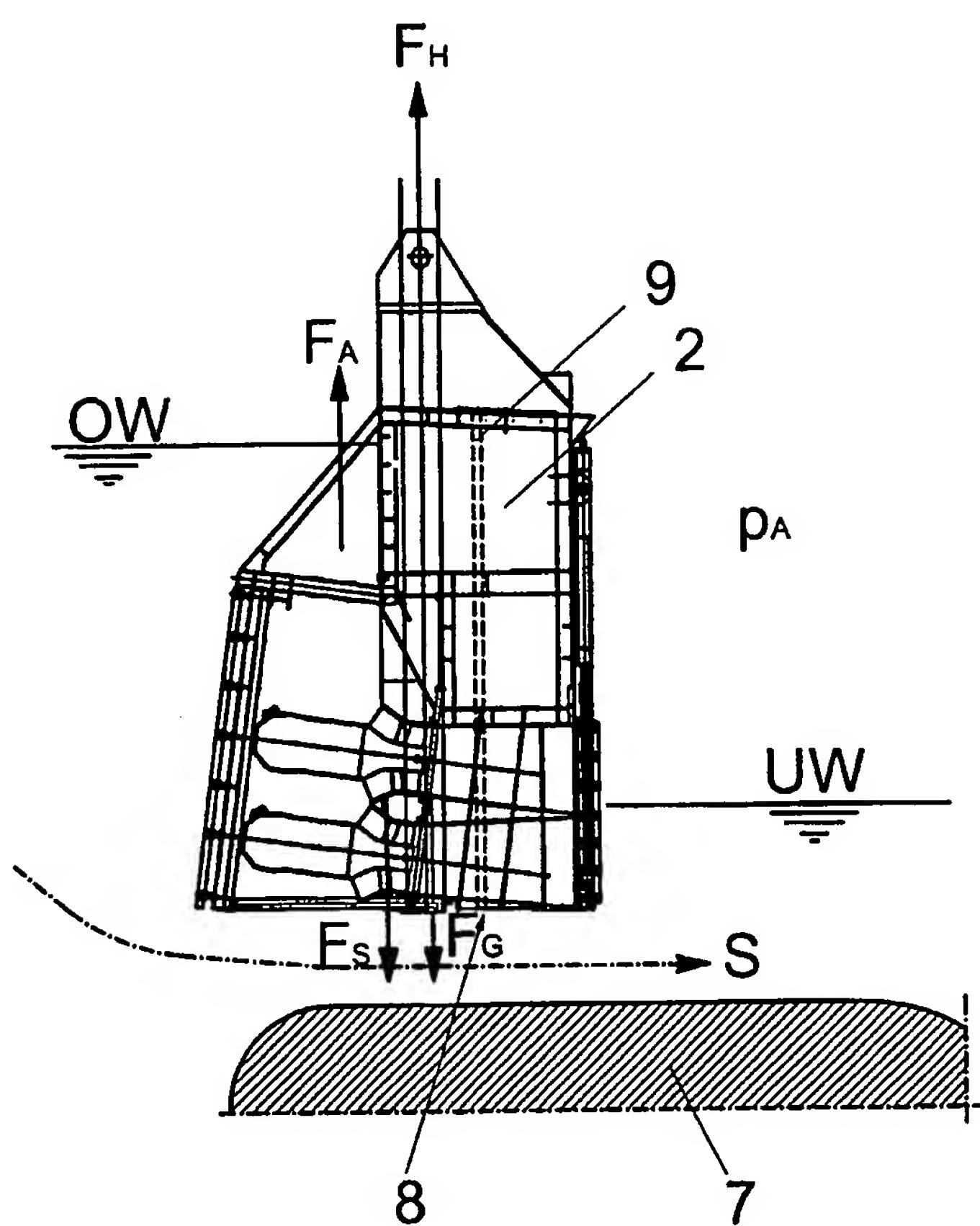
1/4

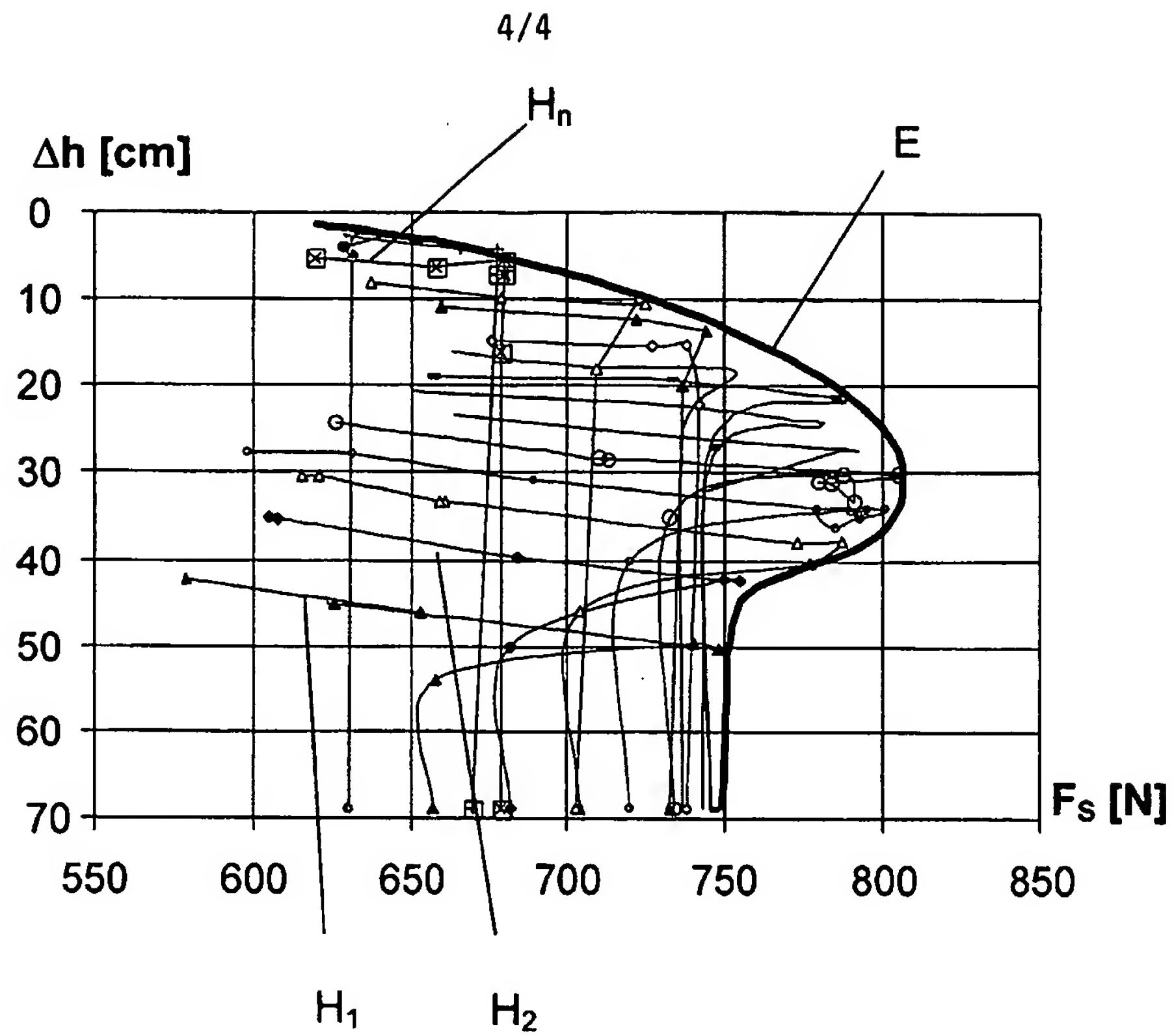
**Fig. 1****Fig. 3**



**Fig. 2**

3/4

**Fig. 4**



**Fig. 5**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter Application No  
PCT/EP 03/02596

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F03B13/10 F03B13/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 281 597 B1 (DUM THOMAS ET AL) 28 August 2001 (2001-08-28)	1,12-14
Y		15
X		2-11
X		16-21
X		22-35
X		36-38
X		39-42
X		43-45
X		46-48
	the whole document column 1, line 37 - line 48 column 3, line 5 - line 13 column 7, line 10,11; figure 9A ----	
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

'g' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

25 June 2003

02/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: Application No

PCT/EP 03/02596

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 152 684 A (KLEIN JOACHIM ET AL) 28 November 2000 (2000-11-28) abstract column 10, line 1 - line 21 figures 1,7C,10 ---	15
A	EP 1 083 333 A (VA TECH VOEST MCE GMBH & CO) 14 March 2001 (2001-03-14) abstract column 8, line 20 -column 9, line 25; figures claims 1,12 -----	39-42 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal	Application No
PCT/EP	03/02596

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6281597	B1	28-08-2001	NONE			
US 6152684	A	28-11-2000	DE BR EP	19719406 C1 9802084 A 0878624 A1	19-11-1998 06-07-1999 18-11-1998	
EP 1083333	A	14-03-2001	AT AT EP	408789 B 153499 A 1083333 A2	25-03-2002 15-07-2001 14-03-2001	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interna	is Aktenzeichen
PCT/EP 03/02596	

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F03B13/10 F03B13/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchiert Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwandte Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 281 597 B1 (DUM THOMAS ET AL) 28. August 2001 (2001-08-28)	1, 12-14
Y		15
X		2-11
X		16-21
X		22-35
X		36-38
X		39-42
X		43-45
X		46-48
	das ganze Dokument Spalte 1, Zeile 37 - Zeile 48 Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 13 Spalte 7, Zeile 10,11; Abbildung 9A ---	
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
  - 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
  - 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - 'P' Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

25. Juni 2003

02/07/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Criado Jimenez, F

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern s Aktenzeichen

PCT/EP 03/02596

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 152 684 A (KLEIN JOACHIM ET AL) 28. November 2000 (2000-11-28)	15
A	Zusammenfassung Spalte 10, Zeile 1 - Zeile 21 Abbildungen 1,7C,10 ----	39-42
A	EP 1 083 333 A (VA TECH VOEST MCE GMBH & CO) 14. März 2001 (2001-03-14) Zusammenfassung Spalte 8, Zeile 20 - Spalte 9, Zeile 25; Abbildungen Ansprüche 1,12 -----	1

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: Aktenzeichen

PCT/EP 03/02596

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6281597	B1	28-08-2001	KEINE		
US 6152684	A	28-11-2000	DE BR EP	19719406 C1 9802084 A 0878624 A1	19-11-1998 06-07-1999 18-11-1998
EP 1083333	A	14-03-2001	AT AT EP	408789 B 153499 A 1083333 A2	25-03-2002 15-07-2001 14-03-2001